

東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における 耐震クラス分類と地震動の適用の考え方

令和4年10月26日
原子力規制庁

1. はじめに

東京電力ホールディングス株式会社（以下「東京電力」という。）福島第一原子力発電所（以下「1F」という。）における現在の耐震クラス分類と地震動の適用の考え方については、昨年7月の特定原子力施設監視・評価検討会（以下「1F検討会」という。）の議論を経て、昨年9月の令和3年度第30回原子力規制委員会において了承された。

その後、実施計画の審査において、耐震クラスを設定する際の緩和対策の考慮や当該緩和対策の妥当性の確認などについて、規制側と事業者との間で見解の相違が明らかとなったため、前回の1F検討会において、規制側の見解を改めて示した。

本資料は、1F検討会における議論やその後東京電力から提出された資料¹等を踏まえ、改めて規制側の考え方を整理したものである。

2. 現在の考え方からの主な変更点

（1）耐震クラス分類段階における評価フローの追加

昨年9月に整理した1F耐震要求では、耐震クラス設定後のフローにおいて、施設・設備の特徴に応じた評価を行った上で適用する地震動を判断することにより、事実上の耐震クラスの変更を可能としていたが、今後は、耐震クラス設定前のフローにおいて緩和対策を考慮できることを明確化する。

（2）耐震設計における現実的な緩和対策の考慮

昨年9月の原子力規制委員会において、昨今の地震発生状況に鑑み、施設・設備の耐震性を高めるための耐震設計の考え方が了承されたため、実施計画の審査においては、新設の施設・設備に対して、原則当該施設・設備の設計によって地震時の敷地外への放射線影響を抑えることを求めてきた。

しかしながら、耐震クラスの設定時の被ばく評価の条件に対する規制側と事業者との見解の相違などにより、被ばく線量の評価や耐震評価を繰り返し実施することになり、施設・設備の設計進捗やリスク低減活動に影響が出始めている。また、本年8月31日の原子力規制委員会においても、「硬直的な規制により廃炉が進まず、リスクが高止まりし続けるのは本末転倒であり、柔軟な規制に努めるべき」や「耐震設計について膠着状態に入っており、早急に解消したい」旨の意見があった。

このため、地震時における放射性物質による敷地外への影響を抑える目的とリスク低減を速やかに達成する目的の両立を図る観点から、施設・設備の耐震設計にお

¹ 令和4年10月5日面談資料「福島第一原子力発電所における施設・設備の耐震クラス分類の考え方に関する意見」（東京電力ホールディングス株式会社）

いて、地震によって施設・設備が損傷した際の応急措置などの現実的な緩和対策を考慮できることとする²。

(3) 本年3月16日の福島県沖地震の地震動を用いた影響評価

本年3月16日に発生した福島県沖地震の地震動(3.16地震動)は、検討用地震動(最大加速度900gal)の2分の1(以下「1/2Ss450」という。)を一部周期帯で上回った。1F耐震要求では、B⁺クラスの施設・設備に対して1/2Ss450機能維持を求めていることから、上記周期帯に固有振動数を有する施設・設備に対しては、3.16地震動が当該施設・設備の機能に与える影響を評価することを求めることとする。

上記の変更点を踏まえた具体的なフローは別紙のとおり。

施設・設備が保有するインベントリを踏まえた公衆への最大の放射線影響を正しく把握するため、まずは当該施設・設備の全ての機能が喪失した状態での被ばく評価(以下「インベントリに基づく評価」という。)を実施する。その上で、現実的な緩和対策を考慮した場合の公衆への被ばく評価(以下「現実的な評価」という。)の結果を踏まえ、耐震クラスを設定する。その後、設計の進捗や廃炉活動への影響等を踏まえ、実際に当該施設・設備に適用する地震動を決定し、必要な対策(耐震性の確保や代替策など)を判断する。

3. 東京電力の意見に対する考え方

別紙で示したフローを踏まえて、以下に東京電力の意見に対する考え方を示す。

(1) 意見①に対する考え方

- ・フロー1-②の「現実的な評価」において、緩和対策を考慮することを認める。ただし、フロー1-①の「インベントリに基づく評価」では考慮しないこと。
- ・東京電力の意見で示されている「Ss900に対する遮へい・閉じ込め機能の維持の程度」については、当該機能を有する建屋・構築物の支持力の確認を含め、原則Sクラス設計である場合に当該機能の維持を前提に評価することを認める。なお、Sクラス設計以外の施設・設備の損傷程度に鑑み、当該施設・設備の機能に期待する場合は、十分な技術的根拠を示すこと。

(2) 意見②に対する考え方

- ・フロー1-①の安全機能の喪失が継続する期間は、事象発生後6日間までに関係機関等の外部からの支援を受けられる方針であることを前提に、原則7日間で評価することを求める。なお、一般論としては、当該線量評価が公衆被ばくであることを踏まえれば、7日間以降は一定のオフサイト側の対策等も実施される。
- ・フロー1-②の「現実的な評価」において、評価期間として7日より短い期間を設定する場合は、その緩和対策の実現性(人・資機材・時間等)を審査する。

² 現在審査中又は今後審査する施設・設備は、主に放射性廃棄物の処理・保管に係るものであり、当該施設・設備の機能喪失による事象の進展は遅いと考えられ、またその著しい影響は短時間に限られる可能性がある。よって、運用面による放射性物質の拡散抑制対策や追加遮へい材の設置などの緩和対策が期待できる。

(3) 意見③に対する考え方

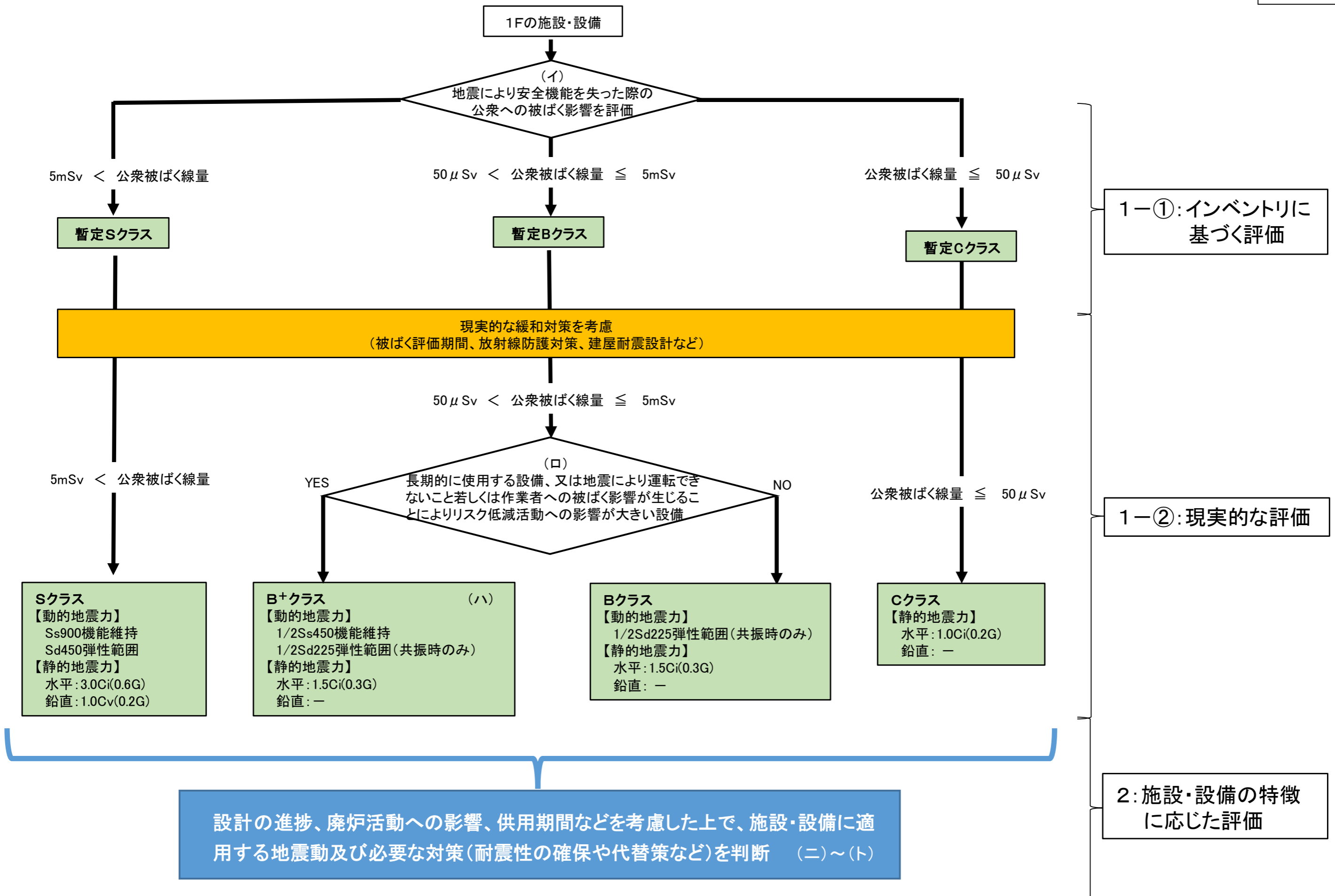
- 東京電力の意見のとおり、間接的な施設・設備の損傷を考慮した場合に、耐震設計上の主たる機能を有する施設・設備に波及的な影響を及ぼさず、フロー1の耐震クラスの設定の際の線量評価に影響がない場合は、間接的な施設・設備は下位の耐震クラスとすることを認める。

4. 今後の予定

本日の議論及び必要に応じて開催する1F技術会合³の議論等を踏まえ、原子力規制委員会において、今後の1Fにおける耐震クラス分類と地震動の適用の考え方について議論する。

(参考) 昨年9月の耐震要求と今回の耐震要求との比較表

³ 特定原子力施設の実施計画の審査等に係る技術会合



【(イ)： 地震により安全機能を失った際の公衆被ばく影響】

- 核燃料施設等の耐震クラス分類を参考にして、地震による安全機能喪失時の公衆被ばく線量により、S、B、Cを分類する。液体放射性物質を内包する施設・設備にあつては、液体の海洋への流出のおそれのない設計を前提とした線量評価によるものとする。

【(ロ)： 通常のBクラスよりも高い耐震性が求められるB⁺クラスの対象設備の要件】

- 「運転できないこと若しくは作業員への被ばく影響が生じることによりリスク低減活動への影響が大きい設備」の具体例は以下のとおり。
 - ・ 建屋滞留水・多核種除去設備などの水処理設備、使用済燃料をプールからより安定性の高い乾式キャスクへ移動させるために必要な燃料取出設備等。
 - ・ 閉じ込め・遮へい機能喪失時の復旧作業における従事者被ばく線量が1日当たりの計画線量限度を超える設備等。

【(ハ)： B⁺クラスの1/2Ss450機能維持】

- Ss900の1/2の最大加速度450galの地震動に対して、運転の継続に必要な機能の維持や閉じ込め・遮へい機能の維持を求める。
- 令和4年3月16日の福島県沖地震の地震動が1/2Ss450を上回った周期帯に固有振動数を有する施設・設備は、当該地震動による施設・設備の機能への影響を評価する。

【(ニ)： 耐震性の確保】

- 地震力の算定に際しては、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせる。

【(ホ)： 耐震性の確保に対する代替策】

- 耐震性の確保の代替策として、耐震性の不足に起因するリスクを早期に低減させるための対策を講ずるとしてもよい。具体例は以下のとおり。
例：中低濃度タンクや吸着塔一時保管施設等の耐震性の不足に起因するリスクを早期に低減させる対策として、耐震性の高い建屋やタンクへの移替え及び移管、スラリー安定化処理設備や海洋放出設備による処理等を早期に行うことを想定。

【(ヘ)： 上位クラスへの波及的影響】

- 上位クラスへの波及的影響がある場合、原則上位クラスに応じた地震動を念頭に置くが、耐震クラス分類の考え方と同様に、下位クラスによる波及的影響を起因とする敷地周辺の公衆被ばく線量も勘案し、適切な地震動を設定する。

【(ト)： 液体放射性物質を内包する設備】

- 多核種除去設備等で処理する前の液体等、放出による外部への影響が大きい液体を内包する設備については、Ss900に対して、海洋に流出するおそれのない設計とすることを求める（滞留水が存在する建屋、ALPS処理前の水や濃縮廃液を貯留するタンクの堰等）。これ以外の液体を内包する設備については、上位クラスの地震動に対する閉じ込め機能の確保又は漏えい時の影響緩和対策を求める*。

*：設備自体を耐震CクラスからBクラスに格上げ、周囲の堰等に上位クラスの地震動に対して閉じ込め機能を維持する、漏えい時に仮設ホースによる排水等の機動的対応を講ずる等により、海洋への流出を緩和する措置を想定。

昨年9月の耐震要求（旧）	今回の耐震要求（新）	備考
--------------	------------	----

<p style="text-align: center;">耐震クラス分類と施設等の特徴に応じた地震動の設定及び必要な対策を判断する流れ</p> <p style="font-size: small;">※図中(イ)～(ト)の略称については、次ページに記載</p>	<p style="text-align: center;">今回の耐震要求（新）</p> <p style="text-align: center;">設計の進捗、廃炉活動への影響、供用期間などを考慮した上で、施設・設備に適用する地震動及び必要な対策（耐震性の確保や代替策など）を判断 (二)～(ト)</p>	<p style="text-align: center;">備考</p> <p>【1-①：インベントリに基づく評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> 最大インパクトを把握するために全ての安全機能が喪失した場合のインベントリに基づく評価を求める。ただし、物理的に起こり得ないこと（例:地下施設の地上化）などは考慮する必要はない。 6日目までに外部支援を受けれる方針であることを前提に、原則7日間で評価する。 <p>【1-②：現実的な評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> 評価期間として7日より短い期間を設定する場合は、その対策の実現性（人・資機材・時間等）を審査する。 建屋等がSクラス設計の場合は、当該建屋等は地震により損傷しないことを前提としても良い。なお、Sクラス設計以外の施設・設備の損傷程度に鑑み、当該施設・設備の機能に期待する場合は、十分な技術的根拠を示すこと。 <p>【2:施設・設備の特徴に応じた評価】</p> <p>間接的な施設・設備の損傷を考慮した場合に、耐震設計上の主たる機能を有する施設・設備に波及的な影響を及ぼさず、フロー1で定めた耐震クラスの決定の際の線量評価に影響がない場合は、間接的な施設・設備は下位の耐震クラスとしても良い。</p>
---	---	---

昨年9月の耐震要求（旧）	今回の耐震要求（新）	備考
<p>【(イ)： 地震により安全機能を失った際の公衆被ばく影響】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 核燃料施設等の耐震クラス分類を参考にして、地震による安全機能喪失時の公衆被ばく線量により、S、B、Cを分類する。液体放射性物質を内包する施設・設備にあっては、液体の海洋への流出のおそれのない設計を前提とした線量評価によるものとする。 <p>【(ロ)： 通常のBクラスよりも高い耐震性が求められるB+クラスの対象設備の要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 「運転できないこと若しくは作業員への被ばく影響が生じることによりリスク低減活動への影響が大きい設備」の具体例は以下のとおり。 ・ 建屋滞留水・多核種除去設備などの水処理設備、使用済燃料をプールからより安定性の高い乾式キャスクへ移動させるために必要な燃料取出設備等。 ・ 閉じ込め・遮へい機能喪失時の復旧作業における従事者被ばく線量が1日当たりの計画線量限度を超える設備等。 <p>【(ハ)： B+クラスの1/2Ss450機能維持】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ss900の1/2の最大加速度450galの地震動に対して、運転の継続に必要な機能の維持や閉じ込め・遮へい機能の維持を求める。 <p>【(ニ)： 上位クラスへの波及的影響】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 上位クラスへの波及的影響がある場合、原則上位クラスに応じた地震動を念頭に置くが、耐震クラス分類の考え方と同様に、下位クラスによる波及的影響を起因とする敷地周辺の公衆被ばく線量も勘案し、適切な地震動を設定する。 <p>【(ホ)： 地震力の組合せ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 地震力の算定に際しては、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせる。 <p>【(ヘ)： 液体放射性物質を内包する設備】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 多核種除去設備等で処理する前の液体等、放出による外部への影響が大きい液体を内包する設備については、Ss900に対して、海洋に流出するおそれのない設計とすることを求める（滞留水が存在する建屋、ALPS処理前の水や濃縮廃液を貯留するタンクの堰等）。これ以外の液体を内包する設備については、上位クラスの地震動に対する閉じ込め機能の確保又は漏えい時の影響緩和対策を求める*。 <p>※：設備自体を耐震CクラスからBクラスに格上げ、周囲の堰等に上位クラスの地震動に対して閉じ込め機能を維持する、漏えい時に仮設ホースによる排水等の機動的対応を講ずる等により、海洋への流出を緩和する措置を想定。</p> <p>【(ト)： 耐震性の確保に対する代替措置】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 耐震性の確保の代替策として、機動的対応や耐震性の不足に起因するリスクを早期に低減させるための対策を講ずるとしてもよい。具体例は以下のとおり。 <p>例1：B+クラス設備の1/2Ss450機能維持の手段としては、耐震性の確保の他、機動的対応（予備品への交換、可搬型設備の運用等）による代替手段を想定。</p> <p>例2：中低濃度タンクや吸着塔一時保管施設等の耐震性の不足に起因するリスクを早期に低減させる対策として、耐震性の高い建屋やタンクへの移替え及び移管、スラリー安定化処理設備や海洋放出設備による処理等を早期に行うことを想定。</p>	<p>【(イ)～(ロ)】 同左</p> <p>【(ハ)： B+クラスの1/2Ss450機能維持】 同左</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 令和4年3月16日の福島県沖地震の地震動が1/2Ss450を上回った周期帯に固有振動数を有する施設・設備は、当該地震動による施設・設備の機能への影響を評価する。 <p>【(ニ)： 耐震性の確保】 【(ホ)：地震力の組合せ】と同じ</p> <p>【(ホ)： 耐震性の確保に対する代替策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 耐震性の確保の代替策として、耐震性の不足に起因するリスクを早期に低減させるための対策を講ずるとしてもよい。具体例は以下のとおり。 <p>例：中低濃度タンクや吸着塔一時保管施設等の耐震性の不足に起因するリスクを早期に低減させる対策として、耐震性の高い建屋やタンクへの移替え及び移管、スラリー安定化処理設備や海洋放出設備による処理等を早期に行うことを想定。</p> <p>【(ヘ)： 上位クラスへの波及的影響】 【(ニ)： 上位クラスへの波及的影響】と同じ</p> <p>【(ト)： 液体放射性物質を内包する設備】 【(ヘ)： 液体放射性物質を内包する設備】と同じ</p>	<p>影響評価としては、実際に3.16地震が起こった際の施設・設備の損傷程度や公衆への被ばく影響の程度などについて評価することを求める。</p> <p>機動的対応は、フロー「1-②：現実的な評価」で考慮する。</p> <p>その他は記載の適正化</p>